

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 0 月 2 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 1 6 0 8 9

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

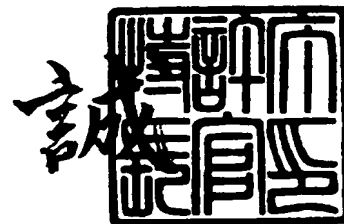
J P 2 0 0 4 - 3 1 6 0 8 9

出 願 人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2 0 0 5 年 1 0 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office.

中 嶋



BEST AVAILABLE COPY

【官 報 口】

付 訂 願

【整理番号】

P008279

【提出日】

平成16年10月29日

【あて先】

特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

瀬尾 哲史

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

熊木 大介

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

池田 寿雄

【発明者】

【住所又は居所】

神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】

坂田 淳一郎

【特許出願人】

【識別番号】

000153878

【氏名又は名称】

株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】

山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

002543

【納付金額】

16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

特許請求の範囲 1

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【請求項 1】

光学特性の異なる複数種のカラーフィルターと、
第 1 の電極、及び第 2 の電極と、
前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に、順に設けられた第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層とを有し、
前記第 1 の層乃至前記第 3 の層のいずれかは、有機材料と、金属酸化物とを有し、
前記有機材料と金属酸化物とを有する層の膜厚は、前記光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

光学特性の異なる複数種のカラーフィルターと、
第 1 の電極、及び第 2 の電極と、
前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に、順に設けられた第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層とを有し、
前記第 1 の層は正孔を発生する層であり、第 2 の層は発光層を含む層であり、第 3 の層は電子を発生する層であり、
前記第 1 の層は、有機材料と、金属酸化物とを有し、
前記第 1 の層の膜厚は、前記光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

半導体膜と、
前記半導体膜上に設けられた第 1 の電極、及び第 2 の電極と、
前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に、順に設けられた第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層と、
前記第 1 の電極側に設けられた光学特性の異なる複数種のカラーフィルターとを有し、
前記第 1 の電極は透光性を有し、
前記第 1 の層は正孔を発生する層であり、第 2 の層は発光層を含む層であり、第 3 の層は電子を発生する層であり、
前記第 1 の層は、有機材料と、金属酸化物とを有し、
前記第 1 の層の膜厚は、前記光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

半導体膜と、
前記半導体膜上に設けられた第 1 の電極、及び第 2 の電極と、
前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極との間に、順に設けられた第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層と、
前記第 1 の電極側に設けられた光学特性の異なる複数種のカラーフィルターとを有し、
前記第 2 の電極は透光性を有し、
前記第 1 の層は正孔を発生する層であり、第 2 の層は発光層を含む層であり、第 3 の層は電子を発生する層であり、
前記第 1 の層は、有機材料と、金属酸化物とを有し、
前記第 1 の層の膜厚は、前記光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかーにおいて、
前記光学特性の異なる複数種のカラーフィルターは光の射出側に設けられていることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかーにおいて、
前記金属酸化物は、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、又はレニウム酸化物であるこ

を付設する光電装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかーにおいて、

前記第 1 の電極は、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかーにおいて、

前記第 2 の電極は、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物を有することを特徴とする発光装置。

【発明の名称】 発光装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、膜厚の異なる層及びカラーフィルター等を有するを有する発光装置、及びその作製方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

発光層を有する発光素子は、ディスプレイに用いられるようになってきた。発光素子を用いたディスプレイは、液晶層を有するディスプレイと比較して、高視野角、高速応答、低消費電力、等の優れた点を有しており、さらなる開発が進められている。

【０００３】

発光素子は、素子内での散乱や反射によって、その光の取り出し効率が低いことが問題であり、その向上が求められている。

【０００４】

取り出し光の高効率化を達成するために、発光素子の電極である透明電極を発光色に対応した異なる膜厚とする構造が提案されている（特許文献１参照）。

【特許文献１】 特開２００３－１４２２７７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

そこで本発明は、上記特許文献と異なる方法により、発光素子の光取り出し効率を高めることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記課題を鑑み本発明は、発光素子を構成する層の膜厚を、各カラーフィルター等の色ごとに、異ならせることを特徴とする。カラーフィルター等には、カラーフィルターと色変換層とを重ねて用いる場合も含まれる。

【０００７】

本発明の具体的な形態は、光学特性の異なる複数種のカラーフィルターと、第１の電極、及び第２の電極と、第１の電極と、第２の電極との間に、順に設けられた第１の層、第２の層、第３の層とを有し、第１の層乃至第３の層のいずれかは、有機材料と、金属酸化物とを有し、有機材料と金属酸化物とを有する層の膜厚は、光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置である。

【０００８】

また本発明の別の形態は、半導体膜と、半導体膜上に設けられた第１の電極、及び第２の電極と、第１の電極と、第２の電極との間に、順に設けられた第１の層、第２の層、第３の層と、第１の電極側に設けられた光学特性の異なる複数種のカラーフィルターとを有し、第１の電極は透光性を有し、第１の層は正孔を発生する層であり、第２の層は発光層を含む層であり、第３の層は電を発生する層であり、第１の層は、有機材料と、金属酸化物とを有し、第１の層の膜厚は、光学特性ごとに異なっていることを特徴とする発光装置である。

【０００９】

光学特性の異なる複数種のカラーフィルターとは、例えば赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）に示すような光学特性を有するカラーフィルターである。またカラーフィルターと色変換層とを重ねて用いる場合も、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）に示すような光学特性を有することができる。これら複数種のカラーフィルター等を有して、表示装置に設けられるカラーフィルター等としての機能を奏する。

そのため、光学特性ごとに発光素子の膜厚を異ならせるとは、各カラーフィルター等に応じた領域の発光素子の膜厚を異ならせることであり、以下各カラーフィルター毎に発光素

」の順序を異ならせると良い。

【0010】

なお本発明において、金属酸化物は、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、又はレニウム酸化物である。また金属酸化物の代わりに、上記金属の窒化物、又は酸化窒化物であってもよい。

【発明の効果】

【0011】

このように本発明は、少なくとも第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を、カラーフィルター等ごとで異ならせることを特徴とする。このとき、電子と正孔が再結合する層と、反射電極との間にある層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせるとよい。その結果、光の取り出し効率の低下を防止することができる。

【0012】

さらに厚膜化する必要のある層には、有機化合物と無機化合物である金属酸化物とが混在した層とすると、駆動電圧が高くなり好ましく、低消費電力化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0014】

（実施の形態1）

本実施の形態では、カラーフィルタを有する発光装置において、各層のいずれかの膜厚を異ならせる構成について説明する。

【0015】

図1に示すように、光学特性の異なる赤系色（R）、緑系色（G）、青系色（B）を出現させたい領域毎に、カラーフィルタ115R、115G、115Bを設ける。カラーフィルターは、公知の材料を用い、スクリーン印刷法、又は液滴吐出法等により形成することができる。なお、図1では、第2の電極102側にカラーフィルター105R、105G、105Bを設ける場合を示し、この場合、第2の電極102は透光性を有することが必要となる。

【0016】

発光素子の構造は、第1の電極101から順に、第1の層111R、111G、111B、第2の層112R、112G、112B、第3の層113R、113G、113B、第2の電極102が設けられている。また、カラーフィルターにより各色を出現させるため、第1の層乃至第3の層は、同一材料を用いることができる。但し図中では、各カラーフィルターに対応させるため、第1の層111R、111G、111B、第2の層112R、112G、112B、第3の層113R、113G、113Bとしている。

【0017】

そして、カラーフィルター毎に、第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を異ならせることを特徴とする。図1では、第2の層112R、112G、112Bの膜厚が、カラーフィルター毎に異なっている場合を例示している。

【0018】

このような構成により、直接第2の電極102を介して認識する場合と、第1の電極101で反射して第2の電極102を介して認識する場合とで、光路が異なることによる、光の取り出し効率の低下を防止することができる。

【0019】

具体的には、第1の電極101に光が入射した場合、反射光では位相の反転が生じ、反射

ると、直接光により光の損失が生じる。このような場合、光の吸収と反射電極との光学距離、つまり屈折率×距離が、発光波長の $(2m-1)/4$ 倍(m は任意の正の整数)、即ち、 $m=1/4$ 、 $3/4$ 、 $5/4$ ・・・倍の時には、発光の外部取り出し効率が高くなる。一方、 $m/2$ 倍(m は任意の正の整数)即ち、 $m=1/2$ 、 1 、 $3/2$ ・・・倍の時には発光の外部取り出し効率が低くなってしまう。

【0020】

そこで本発明の発光素子では、電子と正孔が再結合する層と、反射電極との光学距離、つまり屈折率×距離とが、発光波長の $(2m-1)/4$ 倍(m は任意の正の整数)となるように、カラーフィルター毎に、第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を異ならせる。

【0021】

特に、第1の層乃至第3の層において、電子と正孔が再結合する層から反射電極となる第1の電極101との間の層の膜厚を異ならせるとよい。但しこれに限定されず、電子と正孔が再結合する層から透光電極となる第2の電極102との間の膜厚を異ならせてもよい。さらに両者の膜厚を異ならせても構わない。その結果、発光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0022】

特に、第1の層乃至第3の層を蒸着法で形成し、いずれかの膜厚を異ならせる場合、蒸着マスクをそのまま用いることができるため好ましい。一方、特許文献1に記載のように、電極の膜厚を異ならせるには、その分のフォトリソグラフィ工程、エッチング工程が必要と考えられ、工程数が増加してしまう。

【0023】

以上のようにして、本発明は、工程数を増加させることなく、光の取り出し効率の低下を防止することができる。

【0024】

本発明は、第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を異ならせるので、層を厚膜化する必要がでてくる。そこで、厚膜化する層に、有機化合物と、無機化合物である金属酸化物とが混在した層を用いることを特徴とする。

【0025】

一般に、発光素子の層を厚膜化すると、駆動電圧が増加してしまうため、好ましくなかった。しかし、以下の実施例でも示すように、本発明者らは、厚膜化する層に、有機化合物と無機化合物である金属酸化物とを有する層を用いると、駆動電圧自体を低くでき、厚膜化しても駆動電圧が高くないことを見出した。

【0026】

第1の層乃至第3の層のいずれかを厚膜化することにより、第1の電極101と第2の電極102とが短絡することを防止でき、量産性を高めることもでき、非常に好ましい。

【0027】

図2は、図1と異なり第1の電極側にカラーフィルターを設ける場合を示す。その他の構成は、図1と同様であるため説明を省略する。このように第1の電極側にカラーフィルターを設ける場合、第1の電極下方には、薄膜トランジスタを構成する複数の絶縁膜等が積層して設けられている。そのため、これら絶縁膜等間で反射する光を考慮して、各層の膜厚を異ならせると好ましい。また、光が通過する領域では、絶縁膜等を除去してもよい。

【0028】

以上示した、図1又は図2のように本発明は、少なくとも第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を、カラーフィルター毎で異ならせることを特徴とする。このとき、電子と正孔が再結合する層と、反射電極との間にある層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせると好ましい。さらに厚膜化する必要のある層には、有機化合物と無機化合物である金属酸化物とが混在した層とすると、駆動電圧が高くなり好ましい。

【0029】

(実施の形態2)

本実施の形態では、発光素子の構造について説明する。

図3に示すように、本発明の発光素子は、対向する第1の電極101、第2の電極102を有し、第1電極101から順に、第1の層111、第2の層112、第3の層113が積層されている。このような発光素子は、第2の電極102の電位よりも第1の電極101の電位が高くなるように電圧を印加すると、第1の層111から第2の層112へ正孔が注入され、第3の層113から第2の層112へ電子が注入される。そして正孔と、電子とが、第2の層112において再結合し、発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質は、基底状態に戻るときに発光する。

【 0 0 3 1 】

次いで、これら第1の層から第3の層、及び電極の材料について説明する。

【 0 0 3 2 】

第1の層111は、正孔を発生する層である。このような層としては、例えば、正孔輸送性物質と、その物質に対して電子受容性を示す物質とを含む層が挙げられる。また正孔輸送性物質に対して電子受容性を示す物質は、正孔輸送性物質に対して、モル比が0.5～2（＝正孔輸送性物質に対して電子受容性を示す物質／正孔輸送性物質）と成るように含まれていることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

正孔輸送性物質とは、電子よりも正孔の輸送性が高い物質であり、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：α-NPD）、4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：TPD）、4,4',4''-トリリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス[N-{4-(N,N-ジメチルアミノ)フェニル}-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DNTPD）等の芳香族アミン化合物や、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）等のフタロシアニン化合物等の有機化合物を用いることができる。なお、正孔輸送性物質は、これらに限定されるものではない。

【 0 0 3 4 】

また、正孔輸送性物質に対して電子受容性を示す物質は、例えば、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物等の金属酸化物を用いることができる。またこれら金属の窒化物であってもよいし、酸化窒化物であってもよい。なお正孔輸送性物質に対して電子受容性を示す物質は、これらに限定されるものではない。

【 0 0 3 5 】

正孔輸送性物質と、その物質に対して電子受容性を示す物質とが混在した第1の層111は、共蒸着法により作製することができる。具体的に第1の層111は、抵抗加熱蒸着同士による共蒸着法、電子ビーム蒸着同士による共蒸着法、抵抗加熱蒸着と電子ビーム蒸着による共蒸着法、抵抗加熱蒸着とスパッタリング法による成膜、電子ビーム蒸着とスパッタリングによる成膜など、同種、異種方法を組み合わせて形成することができる。また、上記例は2種の材料を含む層を想定しているが、3種以上の材料を含む場合も同様に、同種、異種方法を組み合わせて形成することができる。

【 0 0 3 6 】

なお第1の層111に、その他の有機化合物を含んでいてもよい。その他の有機化合物には、ルブレン等が挙げられる。ルブレンを加えることにより、信頼性を向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

この他、第1の層111は、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、コバルト酸化物、銅酸化物のような金属酸化物からなる層としてもよい。またこれら金属の窒化物であってもよいし、酸化窒化物であってもよい。

【 0 0 3 8 】

出し、第1の層111は、上記のように有機物材と金属酸化物とを用いる層が形成される方が導電性が高くなり、好ましい。導電性が高いと、第1の層111を厚膜化することができる。

【0039】

第2の層112は、発光層を含む層である。第2の層112の層構造は、単層でも多層でも構わない。第2の層112は、発光層123の他、電子輸送層124、正孔輸送層122、正孔注入層121を含む多層でもよいし、または発光層123のみからなる単層であってもよい。なお、発光物質とは、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質である。

【0040】

第2の層112は、発光物質が、発光物質の有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質からなる層中に、分散して含まれた層であることが好ましいが、これに限定されない。なお、エネルギーギャップとはLUMO準位とHOMO準位との間のエネルギーギャップをいう。また発光物質は、発光効率が良好で、所望の発光波長の発光をし得る物質を用いればよい。

【0041】

発光物質を分散状態にするために用いる物質は、例えば、9,10-ジ(2-ナフチル)-2-tert-ブチルアントラセン(略称: t-BuDNA)等のアントラセン誘導体、または4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ピフェニル(略称: CBP)等のカルバゾール誘導体の他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ピリジナト]亜鉛(略称: Znpp₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称: ZnBOX)等の金属錯体等を用いることができる。但し、発光物質を分散状態にするために用いる物質はこれらの材料に限定されない。上記のような構造であると、発光物質からの発光が、濃度に起因して消光してしまうことを防ぐことができる。

【0042】

第2の層112を、白色に発光する発光層とするには、例えば、第1の電極101から順に、TPD(芳香族ジアミン)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq₃)、赤色発光色素であるナイルレッドをドープしたAlq₃、そしてAlq₃を蒸着法等により積層して形成する。

【0043】

その他にも、第1の電極101から順に、NPB、ベリレンをドープしたNPB、DCM1をドープしたビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラトアルミニウム(略称: BAlq)、BAlq、Alq₃を蒸着法等により積層してもよい。

【0044】

また、30wt%の2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)を電子輸送剤としてポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称: PVK)に分散し、4種類の色素(TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド)を適当量分散することで白色発光を得ることができる。

【0045】

なお以上に示した白色発光が得られる発光素子の他にも、発光層の材料を適宜選択することができる。

【0046】

また第2の層112を積層型とし、一層目と二層目の発光材料を赤と青緑など、互いに補色となる関係を有する発光色を呈する材料により形成することで白色発光を得ることもできる。

【0047】

またさらに第2の層112を赤(R)、緑(G)、青(B)の各発光材料で形成してもよい。この場合、カラーフィルター等により、各発光スペクトルのピーク等を調節することができる。

赤色系の発光を得たいときには、4-ジシアノメチレン-2-イソプロピル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称: DCJTl)、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称: DCJT)、4-ジシアノメチレン-2-tert-ブチル-6-[2-(1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称: DCJTb)やベリフランテン、2, 5-ジシアノ-1, 4-ビス[2-(10-メトキシ-1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]ベンゼン、ビス[2, 3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナイト]イリジウム(アセチルアセトナート)(略称: Ir[Fdpq]₂acac)等を用いることができる。但しこれらの材料に限定されず、600nmから680nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。

【0049】

緑色系の発光を得たいときは、N, N'-ジメチルキナクリドン(略称: DMQd)、クマリン6やクマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq₃)等を用いることができる。但しこれらの材料に限定されず、500nmから550nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。

【0050】

青色系の発光を得たいときは、9, 10-ビス(2-ナフチル)-tert-ブチルアントラセン(略称: t-BuDNA)、9, 9'-ビアントリル、9, 10-ジフェニルアントラセン(略称: DPA)、9, 10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(略称: DNA)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-ガリウム(略称: BGaq)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称: BA1q)等を用いることができる。但しこれらの材料に限定されず、420nmから500nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。

【0051】

第3の層113は、電子を発生する層である。このような層としては、例えば、電子輸送性物質と、その物質に対して電子供与性を示す物質とを含む層が挙げられる。なお電子輸送性物質とは、正孔よりも電子の輸送性が高い物質であり、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Alq₃)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(略称: BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称: BA1q)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称: Zn(BOX)₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称: Zn(BTZ)₂)等の金属錯体の他、2-(4-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール(略称: PBD)、1, 3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称: OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニリル)-1, 2, 4-トリアゾール(略称: TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1, 2, 4-トリアゾール(略称: p-EtTAZ)、バソフェナントロリン(略称: BPhen)、バソキュープロイン(略称: BCP)、4, 4'-ビス(5-メチル-ベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン(略称: BzOS)等を用いることができる。但し、電子輸送性物質はこれらに限定されない。

【0052】

また、電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質は、例えば、リチウム、セシウム等のアルカリ金属、マグネシウム、カルシウム等のアルカリ土類金属、エルビウム、イッテ

ルと薄膜寸の布上類金属寸を用いることができる。但し、電子輸送物質に対して電子供与性を示す物質は、これらに限定されない。なお、電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質は、電子輸送性物質に対して、モル比が0.5~2(=電子輸送性物質に対して電子供与性を示す物質/電子輸送性物質)と成るように含まれていることが好ましい。

【0053】

また、第3の層113は、酸化亜鉛、硫化亜鉛、セレン化亜鉛、酸化スズ、酸化チタンのような物質からなる層であってもよい。

【0054】

以上のような、発光素子において、第3の層113に含まれる電子輸送性物質の電子親和力と、第2の層112に含まれる層のうち第3の層113と接する層に含まれる物質の電子親和力との差は、好ましくは2 eV以下、より好ましくは1.5 eV以下である。また、第3の層113がn型の半導体からなるとき、n型の半導体の仕事関数と、第2の層112に含まれる層のうち第3の層113と接する層に含まれる物質の電子親和力との差は、好ましくは2 eV以下、より好ましくは1.5 eV以下である。

【0055】

なお、第3の層113に含まれる層のうち、第2の層112と接する層は、第2の層112が積層構造を有する場合、電子輸送層124に相当する。

【0056】

また、第2の層112が発光層のみの単層構造からなる場合があったり、又は電子輸送層124等を有しない場合もある。

【0057】

このように、第3の層113が第2の層112と第2の電極102を接合することによって、第2の電極102から第2の層112への電子の注入が容易になる。

【0058】

次に電極について説明する。第1の電極101と第2の電極102とは、いずれか一方が可視光を透過でき、導電性を有する物質で形成する。これによって、第1の電極101と第2の電極102のいずれか一方の電極を介して発光を外部に取り出すことができる。

【0059】

第1の電極101の材料は、アルミニウム(Al)の他、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(便宜上NITOと表記する)、2~20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウム等の透光性材料の他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、若しくはパラジウム(Pd)等の金属材料を用いることができる。また、いずれか一つからなる単層構造、又はこれらの積層構造を用いることができる。また、第1の電極に透光性が必要な場合、非透光性である金属材料であっても、膜厚を薄くし、半透明性を有するように形成することができる。さらにその上に、透光性材料を積層してもよい。もちろん、半透明性を有する金属材料を単層で用いてもよい。なお、第1の電極101の材料は、これらに限定されるものではない。

【0060】

また、第2の電極102の材料は、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(NITO)、2~20%の酸化亜鉛を含む酸化インジウム等の透光性材料の他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、若しくはパラジウム(Pd)等の金属材料を用いることができ、いずれか一つからなる単層構造、又はこれらの積層構造を用いることができる。また、第2の電極に透光性が必要な場合、非透光性である金属材料であっても、膜厚を薄くし、半透明性を有するように形成することができる。さらにその上に、透光性材料を積層してもよい。もちろん、半透明性を有する金属材料を単層で用いてもよい。なお、第2の電極102の材料はこれらに限定されるものではない。

【0061】

なお、第1の電極101、又は第2の電極102は、ペバツノツノノ広で無層広すを用いて形成することができる。

【0062】

なお、前述のように、第3の層113と発光層123との間に電子輸送層124を有することができる。このように、電子輸送層124を設けたことにより、第2の電極102および金属が含まれた第3の層113と、発光層123との距離を長くすることができ、発光が金属に起因して消光することを防ぐことができる。なお、電子輸送層124とは、注入された電子を発光層123へ輸送する機能を有する層である。

【0063】

電子輸送層124の材料は、上述した Alq_3 、 Almq_3 、 BeBq_2 、 BALq 、 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ 、 $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$ 、 PBD 、 OXD-7 、 TAZ 、 p-EtTAZ 、 BPhen 、 BCP 等を用いて形成することができる。但し、電子輸送層はこれらに限定されず、正孔の移動度よりも、電子の移動度が高い電子輸送性物質を用いて形成すればよい。具体的には $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質を用いて、電子輸送層124を形成すると好ましい。また電子輸送層124は、上記に記載の物質からなる層を二以上組み合わせ形成した多層構造の層であってもよい。

【0064】

また、本実施の形態では、第1の電極101と発光層123との間には、図3に示すように、正孔輸送層122を有することができる。このように、正孔輸送層122を設けたことにより、第1の電極101および金属酸化物を含む第1の層111と、発光層123との距離を長くすることができ、発光が金属や金属酸化物に起因して消光することを防ぐことができる。なお、正孔輸送層122とは、第1の電極101から注入された正孔を発光層123へ輸送する機能を有する層である。

【0065】

正孔輸送層122について、上述した $\alpha\text{-NPD}$ 、 TPD 、 TDATA 、 MTDATA 、 DNTPD などを用いることができる。但し、正孔輸送層122は、これらに限定されず、前述のような電子の移動度よりも正孔の移動度が高い正孔輸送性物質を用いて形成することができる。具体的には $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質を用いて、正孔輸送層122を形成すると好ましい。また、正孔輸送層122は、上記に記載の物質からなる層を二以上組み合わせ形成した多層構造の層であってもよい。

【0066】

さらに、第1の電極101と正孔輸送層122との間には、図3に示すように、正孔注入層121を有していてもよい。なお、正孔注入層121とは、第1の電極101から正孔輸送層122へ正孔の注入を補助する機能を有する層である。なお、第1の層111があるため、正孔注入層121を不要とすることができる。すなわち、第1の層111が正孔の注入を補助する機能を奏することができる。

【0067】

正孔注入層121は、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の金属酸化物によって形成されたものを用いることができる。この他、上述した H_2Pc 、 CuPC 、 VOPc 等のフタロシアニン系の化合物、 DNTPD 等の芳香族アミン系の化合物、或いはポリ(エチレンジオキシチオフエン)/ポリ(スチレンスルホン酸)混合物(PEDOT/ PSS)等の高分子によっても正孔注入層121を形成することができる。また、上述した正孔輸送性物質と、その物質に対して電子受容性を示す物質とを含む層により、正孔注入層121を形成してもよい。但し、正孔注入層121は、これらに限定されるものではない。また、正孔注入層121は、第1の層111を兼ねることもできる。

【0068】

このような発光素子の構成において、本発明は、少なくとも第1の層乃至第3の層のいずれかの膜厚を、カラーフィルター毎で異ならせることを特徴とする。

【0069】

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる発光素子の構造について説明する。

【0070】

図14に示すように、本実施の形態に示す発光素子は、対向する第1の電極101、第2の電極102を有し、第1電極101から順に、第1の層111、第2の層112、第3の層113、第4の層128が積層されており、第4の層128を設けたことを特徴とする。第4の層128は、第1の層111と同様の材料から形成することができ、その他の構成は、上記実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0071】

このように第4の層128を設けると、第2の電極102を形成するときのダメージを低減することができる。

【0072】

そして各カラーフィルターに応じて、第4の層128を異ならせる。その結果、光の取り出し効率の低下を防止できる。また膜厚を異ならせる場合、第4の層128は、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物等の金属酸化物を用いるとよい。またこれら金属の窒化物であってもよいし、酸化窒化物であってもよい。これら金属酸化物等を用いて厚膜化しても、駆動電圧を高める必要がないからである。

【0073】

また第4の層128を厚膜化することにより、第2の電極102を形成するときのダメージのさらなる低減を期待できる。

【0074】

さらに第4の層128に加えて、第1の層111の膜厚を、各カラーフィルターに応じて異ならせることができる。その結果、光の取り出し効率の低下防止に加え、複数の層の膜厚を異ならせることにより、さらなる発光素子の厚膜化を図ることができ、作製時の不良を低減することができる。また第1の層111に上記モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物等の金属酸化物等を用いることにより、駆動電圧を高めることがない。

【0075】

このように各カラーフィルターに応じて層の膜厚を異ならせる本発明は、発光素子の構造に限定されることなく用いることができる。その結果、光の取り出し効率の低下を防止することができ、発光素子の厚膜化を図ることができる。さらに、厚膜化する層に金属酸化物等を用いることにより、駆動電圧を高めることがなく、好ましい。

【0076】

(実施の形態4)

本実施の形態では、発光素子の有する画素の断面構造について、具体的に説明する。発光素子への電流の供給を制御するトランジスタ（駆動用トランジスタ）がp型薄膜トランジスタ（TFT）の場合における、画素の断面構造について、図4を用いて説明する。なお本実施の形態では、発光素子が有する第1の電極101と第2の電極102の2つの電極のうち、トランジスタによって電位を制御することができる一方の電極を陽極、他方の電極が陰極である場合について説明する。

【0077】

図4に、各TFT601R、601G、601Bがp型で、発光素子603から発せられる光を第2の電極102側から取り出す、いわゆる上方出射型の場合であって、各カラーフィルター105R、105G、105B有する画素の断面図を示す。図3では、発光素子603の第1の電極101と、TFT601R、601G、601Bがそれぞれ電氣的に接続されている。

【0078】

TFT601R、601G、601Bは、厚さが10nm乃至200nmであって、島状に分離された半導体膜により、チャネル形成領域が形成されている。半導体膜は、非晶質半導体膜、結晶性半導体膜、微結晶半導体膜のいずれを用いてもよい。例えば、非晶質半

等半膜で形成するもの、より非晶質半膜で形成し、加熱処理により結晶化された結晶性半導体膜を形成することができる。加熱処理とは、加熱炉、レーザー照射、若しくはレーザー光の代わりにランプから発する光の照射（以下、ランプアニールと表記する）、又はそれらを組み合わせて用いることができる。

【0079】

レーザー照射を用いる場合、連続発振型のレーザー（CWレーザー）やパルス発振型のレーザー（パルスレーザー）を用いることができる。

【0080】

またさらにレーザーの入射角を、半導体膜に対して θ （ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ）となるようにしてもよい。その結果、レーザーの干渉を防止することができる。

【0081】

なお連続発振の基本波のレーザー光と連続発振の高調波のレーザー光とを照射するようにしてもよいし、連続発振の基本波のレーザー光とパルス発振の高調波のレーザー光とを照射するようにしてもよい。複数のレーザー光を照射することにより、エネルギーを補うことができる。

【0082】

またパルス発振型のレーザーであって、半導体膜がレーザー光によって溶融してから固化するまでに、次のパルスのレーザー光を照射できるような発振周波数でレーザー光を発振させることで、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を得ることができる。すなわち、パルス発振の周期が、半導体膜が溶融してから完全に固化するまでの時間よりも短くなるように、発振の周波数の下限を定めたパルスビームを使用することができる。実際に用いることができるパルスビームの発振周波数は10MHz以上であって、通常用いられている数十Hz～数百Hzの周波数帯よりも著しく高い周波数帯を使用する。

【0083】

その他の加熱処理として、加熱炉を用いる場合、非晶質半導体膜を500～550℃で2～20時間かけて加熱する。このとき、徐々に高温となるように温度を500～550℃の範囲で多段階に設定するとよい。最初の低温加熱工程により、非晶質半導体膜の水素等が出てくるため、結晶化の際の膜荒れを低減する、いわゆる水素だしを行うことができる。さらに、結晶化を促進させる金属元素、例えばNiを非晶質半導体膜上に形成すると、加熱温度を低減することができ好ましい。このような金属元素を用いた結晶化であっても、600～950℃に加熱しても構わない。

【0084】

但し、金属元素を形成する場合、半導体素子の電気特性に悪影響を及ぼすことが懸念されるので、該金属元素を低減又は除去するためのゲッタリング工程を施す必要が生じる。例えば、非晶質半導体膜をゲッタリングシンクとして金属元素を捕獲するよう工程を行えばよい。

【0085】

さらにTF T 601 R、601 G、601 Bは、該半導体膜を覆うゲート絶縁膜、第1の導電膜及び第2の導電膜が積層しているゲート電極、ゲート電極上に絶縁膜が設けられている。

【0086】

TF T 601 R、601 G、601 Bは、P型を有し、半導体膜は高濃度不純物領域のみを有するシングルドレイン構造とする。またTF T 601 R、601 G、601 Bは、半導体膜に低濃度不純物領域、及び高濃度不純物領域を有するLDD（低濃度ドレイン）構造としてもよい。

【0087】

TF T 601 R、601 G、601 Bは層間絶縁膜607で覆われており、層間絶縁膜607上には開口部を有する隔壁608が形成されている。隔壁608の開口部において第1の電極604が一部露出しており、該開口部において第1の電極101、各電界発光層605 R、605 G、605 B、第2の電極102が順に積層されている。なお電界発光

層は、同一材料が形成することができ、図中では各カラーフィル層に対応させるため、電界発光層 605R、605G、605Bとしている。

【0088】

電界発光層 605R、605G、605Bは、第1の層111、第2の層112、及び第3の層113に相当し、カラーフィルター毎に、第1の層から第3の層のいずれかの膜厚が異なっている。本実施の形態では、電界発光層の膜厚が、 $605R < 605G < 605B$ となっている。本実施の形態は、上方出射型であるため、第1の電極101に近い第1の層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせるとよい。その結果、光の取り出し効率の低下を防止できる。さらに好ましくは、第1の層に有機化合物と、金属酸化物とが混在する層を用いると、厚膜化による駆動電圧の上昇を防止できる。

【0089】

本実施の形態は上方出射型の場合であるため、第1の電極101は、非透光性材料、つまり反射性の高い材料から形成する。具体的な材料は、上記実施の形態で示したとおりである。

【0090】

また、第2の電極102の材料は、透光性材料から形成し、さらに仕事関数の大きい物質で形成されていることが好ましい。具体的な材料は、上記実施の形態で示したとおりである。

【0091】

なお、供給を制御するトランジスタがp型であるため、TF T601R、601G、601Bに接続される配線をそのまま第1の電極101とすることもできる。

【0092】

なお、第1の電極101、又は第2の電極102は、スパッタ法や蒸着法等を用いて形成することができる。

【0093】

層間絶縁膜607は、有機樹脂材料、無機絶縁材料またはシロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む絶縁物（以下、シロキサン系絶縁物と呼ぶ）を用いて形成することができる。シロキサン系絶縁物は、置換基に水素を有し、その他の置換基に、フッ素、アルキル基、または芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有してもよい。また層間絶縁膜607に、低誘電率材料（low-k材料）と呼ばれる材料を用いてもよい。

【0094】

隔壁608は、有機樹脂材料、無機絶縁材料またはシロキサン系絶縁物を用いて形成することができる。有機樹脂材料ならば、例えばアクリル、ポリイミド、ポリアミドなど、無機絶縁材料ならば酸化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができる。特に感光性の有機樹脂材料を隔壁608に用いて、第1の電極101上に開口部を形成し、その開口部の側壁が連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することで、第1の電極101と第2の電極102とが短絡してしまうのを防ぐことができる。

【0095】

このような画素の場合、発光素子603から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第2の電極102側から取り出すことができる。

【0096】

次に図5に、TF T601R、601G、601Bがp型で、発光素子603から発せられる光を第2の電極102側から取り出す、いわゆる下方出射型の場合の画素の断面図を示す。

【0097】

図5では、発光素子603の第1の電極101と、TF T601R、601G、601Bがそれぞれ電氣的に接続されている。また第1の電極101上に各電界発光層605R、605G、605B、第2の電極102が順に積層されている。

【0098】

TFT 101R、101G、101Bは図4と同様に形成することができる。また下方出射型であるため、第1の電極101は透光性を有し、第2の電極102は非透光性を有する。これらの材料は、図4の第1の電極及び第2の電極に関する説明を参照することができる。そしてカラーフィルター105R、105G、105Bは基板側に設けられている。例えば、基板の裏面(TFTが形成されていない面)に、カラーフィルター105R、105G、105Bを形成することができる。

【0099】

各電界発光層605R、605G、605Bも、図4で示した電界発光層と同様に形成することができる。カラーフィルター毎に、第1の層から第3の層のいずれかの膜厚が異なっている。図5では、下方出射型の場合を示しているため、第2の電極102に近い第3の層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせるとよい。本実施の形態では、電界発光層の膜厚が、 $605R < 605G < 605B$ となっている。その結果、光の取り出し効率の低下を防止できる。さらに好ましくは、第3の層に有機化合物と、金属酸化物とが混在する層を用いると、厚膜化による駆動電圧の上昇を防止できる。

【0100】

図5に示した画素の場合、発光素子613から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第2の電極102側から取り出すことができ、カラーフィルター105R、105G、105Bは光の射出側に設けられている。

【0101】

本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0102】

(実施の形態5)

本実施の形態では、発光素子への電流の供給を制御するトランジスタ(駆動用トランジスタ)がn型TFTの場合における、画素の断面構造について説明する。なお本実施の形態では、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極の場合について説明する。

【0103】

図6に、TFT611R、611G、611Bがn型で、発光素子613から発せられる光を第1の電極101側から取り出す場合、いわゆる上方出射型の、画素の断面図を示す。図6では、発光素子613の第1の電極101と、TFT611R、611G、611Bがそれぞれ電氣的に接続されている。また第1の電極101上に各電界発光層615R、615G、615B、第2の電極102が順に積層されている。

【0104】

TFT611R、611G、611Bは、上記実施の形態のTFT601R、601G、601Bと同様に形成することができる。

【0105】

上方出射型であるため、第1の電極101は、非透光性を有し、第2の電極102は透光性を有する材料から形成する。これら材料は、上記実施の形態を参照することができる。なお、供給を制御するトランジスタがn型であるため、TFT611R、611G、611Bに接続される配線をそのまま第1の電極101とすることができる。また透光性を有する第2の電極102側に、カラーフィルター105R、105G、105Bが設けられている。

【0106】

電界発光層615R、615G、615Bは、上記実施の形態の電界発光層605R、605G、605Bと同様に形成することができる。ただし、電界発光層615が発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層のいずれかを有している場合、第1の電極101が陰極であるため、第1の電極101から電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層の順に積層する。

【0107】

この電界発光層615R、615G、615Bは、第1の層111、第2の層112、第3の層113に相当し、カラーフィルター毎に、第1の層から第3の層のいずれかの膜厚

が共通している。本実施の形態は、上方出射型であるため、第1の電極101に近い第1の層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせるとよい。本実施の形態では、電界発光層の膜厚が、 $615R < 615G < 615B$ となっている。その結果、光の取り出し効率の低下を防止できる。さらに好ましくは、第1の層に有機化合物と、金属酸化物とが混在する層を用いると、厚膜化による駆動電圧の上昇を防止できる。

【0108】

図6に示した画素の場合、発光素子613から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第2の電極102側から取り出すことができ、カラーフィルター105R、105G、105Bは光の射出側に設けられている。

【0109】

次に図7に、TF T611R、611G、611Bがn型で、発光素子613から発せられる光を第1の電極101側から取り出す、いわゆる下方出射型の場合の、各発光色(RGB)を有する画素の断面図を示す。

【0110】

図7では、発光素子613の第1の電極101と、TF T611R、611G、611Bがそれぞれ電氣的に接続されている。また第1の電極101上に各電界発光層615R、615G、615B、第2の電極6046が順に積層されている。

【0111】

TF T611R、611G、611Bは、上記実施の形態と同様に形成することができる。また下方出射型であるため、第1の電極101は透光性を有し、第2の電極102は非透光性を有する。これら材料は、上記実施の形態を参照することができる。また透光性を有する第1の電極101側に、カラーフィルター105R、105G、105Bが設けられている。

【0112】

各電界発光層615R、615G、615Bも、上記実施の形態と同様に形成することができる。またカラーフィルター毎に、第1の層から第3の層のいずれかの膜厚が異なっている。ただし、電界発光層615が発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層のいずれかを有している場合、第1の電極101が陰極であるため、第1の電極101から電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層の順に積層する。

【0113】

図7では、下方出射型の場合を示しているため、第2の電極102に近い第3の層の膜厚を、各カラーフィルターで異ならせるとよい。本実施の形態では、電界発光層の膜厚が、 $615R < 615G < 615B$ となっている。その結果、光の取り出し効率の低下を防止できる。さらに好ましくは、第3の層に有機化合物と、金属酸化物とが混在する層を用いると、厚膜化による駆動電圧の上昇を防止できる。

【0114】

図7に示した画素の場合、発光素子613から発せられる光を、白抜きの矢印で示すように第2の電極102側から取り出すことができ、カラーフィルター105R、105G、105Bは光の射出側に設けられている。

【0115】

本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0116】

(実施の形態6)

本実施の形態では、発光素子を有する画素の等価回路図について、図8を用いて説明する。

【0117】

図8(A)は、画素の等価回路図の一例を示したものであり、信号線6114、電源線6115、走査線6116、それらの交差部に、発光素子6113、トランジスタ6110、6111、容量素子6112を有する。発光素子6113には、上記実施の形態で示した構成を用いる。信号線6114には信号線駆動回路によって映像信号が入力される。ト

トランジスタ6111は、走査線6110に与えられる電圧信号に従って、トランジスタ6111のゲートへの、該映像信号の供給を制御することができる。トランジスタ6111は、該映像信号の電位に従って、発光素子6113への電流の供給を制御することができる駆動用トランジスタである。容量素子6112は、トランジスタ6111のゲート・ソース間の電圧を保持することができる。なお、図8(A)では、容量素子6112を図示したが、トランジスタ6111のゲート容量や他の寄生容量で賄うことが可能な場合には、設けなくてもよい。

【0118】

図8(B)は、図8(A)に示した画素に、トランジスタ6118と走査線6119を新たに設けた画素の等価回路図である。トランジスタ6118により、トランジスタ6111のゲートとソースを同電位とし、強制的に発光素子6113に電流が流れない状態を作ることができるため、全ての画素に映像信号が入力される期間よりも、サブフレーム期間の長さを短くすることができる。また駆動方法によって、図8(A)に示す画素であっても、強制的に発光素子6113に電流が流れない状態を作ることができる。

【0119】

図8(C)は、図8(B)に示した画素に、新たにトランジスタ6125と、配線6126を設けた画素の等価回路図である。トランジスタ6125は、そのゲートの電位が、配線6126によって固定されている。そして、トランジスタ6111とトランジスタ6125は、電源線6115と発光素子6113との間に直列に接続されている。よって図8(C)では、トランジスタ6125により発光素子6113に供給される電流の値が制御され、トランジスタ6111により発光素子6113への該電流の供給の有無が制御できる。

【0120】

なお、本発明の画素回路は、本実施の形態で示した構成に限定されない。また本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0121】

(実施の形態7)

本発明の発光装置を備えた電子機器として、テレビジョン装置(単にテレビ、又はテレビジョン受信機ともよぶ)、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話装置(単に携帯電話機、携帯電話ともよぶ)、PDA等の携帯情報端末、携帯型ゲーム機、コンピュータ用のモニター、コンピュータ、カーオーディオ等の音響再生装置、家庭用ゲーム機等の記録媒体を備えた画像再生装置等が挙げられる。その具体例について、図13を参照して説明する。

【0122】

図13(A)に示す携帯情報端末機器は、本体9201、表示部9202等を含んでいる。表示部9202には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成された携帯情報端末機器を提供することができる。

【0123】

図13(B)に示すデジタルビデオカメラは、表示部9701、表示部9702等を含んでいる。表示部9701には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成されたデジタルビデオカメラを提供することができる。

【0124】

図13(C)に示す携帯電話機は、本体9101、表示部9102等を含んでいる。表示部9102には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成された携帯電話機を提供することができる。

【0125】

図13(D)に示す携帯型のテレビジョン装置は、本体9301、表示部9302等を含んでいる。表示部9302には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、

光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成された携帯型のテレビジョン装置を提供することができる。またテレビジョン装置としては、携帯電話機などの携帯端末に搭載する小型のものから、持ち運びをすることができる中型のもの、また、大型のもの（例えば40インチ以上）まで、幅広いものに、本発明の発光装置を適用することができる。

【0126】

図13(E)に示す携帯型のコンピュータは、本体9401、表示部9402等を含んでいる。表示部9402には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成された携帯型のコンピュータを提供することができる。

【0127】

図13(F)に示すテレビジョン装置は、本体9501、表示部9502等を含んでいる。表示部9502には、本発明の発光装置を適用することができる。その結果、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成されたテレビジョン装置を提供することができる。

【0128】

このように、本発明の発光装置により、光取り出し効率が最大となり、低消費電力化が達成された電子機器を提供することができる。

【実施例】

【0129】

（実施例1）

上記実施例1では、 α -NPB：モリブデン酸化物：ルブレンの膜厚が厚くなっていることは、本発明の特徴との一つである。そこで本実施例では、発光素子の膜厚と駆動電圧の関係について説明する。

【0130】

図9には、ITO\CuPc(20nm)\ α -NPB(Xnm)\Alq₃:DMQd(37.5nm)\Alq₃(37.5nm)\フッ化カルシウム(CaF₂)(1nm)\Al(200nm)を有する素子構造において、 α -NPBの膜厚をX=60nm(試料(1))、80nm(試料(2))、100nm(試料(3))、120nm(試料(4))、140nm(試料(5))、160nm(試料(6))としたときの電流密度(mA/cm²)対電圧(V)特性のグラフを示す。また表1には、上記電流密度(mA/cm²)対電圧(V)特性の結果を示す。

【0131】

【表1】

表1

試料	膜厚:X(nm)	電圧(V)*1
(1)	60	12.5
(2)	80	13.5
(3)	100	15.3
(4)	120	16.5
(5)	140	18.9
(6)	160	19.9

【0132】

図9より、 α -NPBの膜厚が増すにつれ、電圧が高くなっていくことがわかる。従って、所定の電流密度を得るための、駆動電圧も、 α -NPBの膜厚が増すにつれて、高くなってしまう。

【0133】

また図10には、ITO\モリブデン酸化物(Xnm)\CuPc(20nm)\ α -NPB(40nm)\Alq₃:DMQd(37.5nm)\Alq₃(37.5nm)\フ

ン化カルシウム (CaF_2) (1 nm) \ Al (200 nm) を有する系」構造において、モリブデン酸化物の膜厚を $X=20\text{ nm}$ (試料 (7))、 50 nm (試料 (8))、 100 nm (試料 (9)) としたときの電流密度 (mA/cm^2) 対電圧 (V) 特性のグラフを示す。また表 2 には、上記電流密度 (mA/cm^2) 対電圧 (V) 特性の結果を示す。

【0134】

【表 2】

表2

試料	膜厚:X(nm)	電圧(V)*1
(7)	20	11.7
(8)	50	11.9
(9)	100	12.7

【0135】

図 10 より、モリブデン酸化物の膜厚が増すにつれ、電圧が高くなっていくことがわかる。従って、所定の電流密度を得るための駆動電圧も、モリブデン酸化物の膜厚が増すにつれて、高くなってしまふ。

【0136】

このように発光素子の膜厚を厚くすると、駆動電圧が高くなることがわかる。

【0137】

しかし本発明者らは、有機化合物と、無機化合物である金属酸化物とを有する層を形成すると、膜厚が増しても駆動電圧が高くないことを見出した。図 11 には、有機化合物に DNTPD を用い、金属酸化物にモリブデン酸化物を用い、抵抗加熱蒸着同士による共蒸着法により、これらが混在した層を形成した素子構造の電流密度 (mA/cm^2) 対電圧 (V) 特性のグラフを示す。なお具体的な素子構造は、NITO\DNTPD:モリブデン酸化物:ルブレ (Xnm) \ α -NPB (10 nm) \ Alq₃:クマリン 6 (37.5 nm) \ Alq₃ (37.5 nm) \ LiF (1 nm) \ Al (200 nm) であって、DNTPD:モリブデン酸化物:ルブレ (Xnm) の膜厚を $X=40\text{ nm}$ (試料 (10))、 80 nm (試料 (11))、 120 nm (試料 (12))、 160 nm (試料 (13)) としている。なおルブレを共蒸着することにより、信頼性を高めることができる。

また表 3 には、上記電流密度 (mA/cm^2) 対電圧 (V) 特性の結果を示す。

【0138】

【表 3】

表3

試料	膜厚:X(nm)	電圧(V)*1
(10)	40	6.1
(11)	80	6.3
(12)	120	6.3
(13)	160	6.3

【0139】

図 11 より、DNTPD:モリブデン酸化物:ルブレ (Xnm) の膜厚が増しても、電圧が高ならず、程一定値を維持していることがわかる。さらに図 11 に示す素子では、電圧自体が低下していることがわかる。

【0140】

このように膜厚を厚くしても、駆動電圧を高める必要がない発光素子を用いた発光装置は、低消費電力化を図ることができる。

【0141】

また、 α -NPBとモリブデン酸化物：ルノレンの順序を序々することにより、第1の電極と第2の電極との短絡を防止することができる。その結果、本発明の素子構造を有する発光装置は、量産性を高めることができる。

【0142】

(実施例2)

本実施例では、金属酸化物としてモリブデン酸化物、正孔輸送性の高い有機化合物である α -NPB、及びモリブデン酸化物： α -NPBの特性を調べた。これらの膜はそれぞれ蒸着法により作製し、モリブデン酸化物： α -NPBは抵抗加熱蒸着同士による共蒸着法により作製した。

【0143】

表4に示すように、モリブデン酸化物及び α -NPBと比較して、その両者を混在したモリブデン酸化物： α -NPBのイオン化ポテンシャルは約0.1～0.2 eV小さくなっている。すなわちホール注入性が向上していることが分かる。

【0144】

【表4】

膜材料	IP ^b (eV)
MoO _x	-5.48
α -NPB	-5.38
MoO _x ： α -NPB (1:1) ^a	-5.37
MoO _x ： α -NPB	-5.27

^a はmol/molを示す。
^b はイオン化ポテンシャル(B39AC-2による実測値)を示す。

【0145】

図12には、これらの膜の吸収スペクトルを示す。図12をみると、モリブデン酸化物及び α -NPBは可視光領域に特徴的なピークを有しない。

一方、モリブデン酸化物： α -NPB (OMO_xと表記する)では、モリブデン酸化物のみの場合より吸収が低下している。このことより、モリブデン酸化物に比べ、モリブデン酸化物： α -NPBを用いて発光素子を形成した方が、光の吸収損失を低減することができる。

【0146】

また、図12において、モリブデン酸化物： α -NPBは、500 nm付近に新しい吸収ピークが現れている。これは、モリブデン酸化物と α -NPBの間で電荷移動錯体が形成されるためであると考えられる。モリブデン酸化物はアクセプターであり、 α -NPBはドナーである。なお、 α -NPBだけでなくDNTPDのようなアミン系の化合物は、ドナーとして機能することを確認している。

【0147】

このような実験結果により、有機化合物と、特定の無機化合物とを混在させることで、それぞれの単体では得られない相乗効果を発現させることができる。無機化合物として金属酸化物であるモリブデン酸化物を用いると好ましいことがわかった。

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図1】 本発明の発光装置を示した図である

【図2】 本発明の発光装置を示した図である

【図3】 本発明の発光素子を示した図である

【図4】 本発明の発光装置を示した断面図である

【図5】 本発明の発光装置を示した断面図である

【図6】 本発明の発光装置を示した断面図である

【図7】 本発明の発光装置を示した断面図である

【図 8】 本発明の発光装置に用いる凹条凹部を示した図である

【図 9】 を示した断面図である

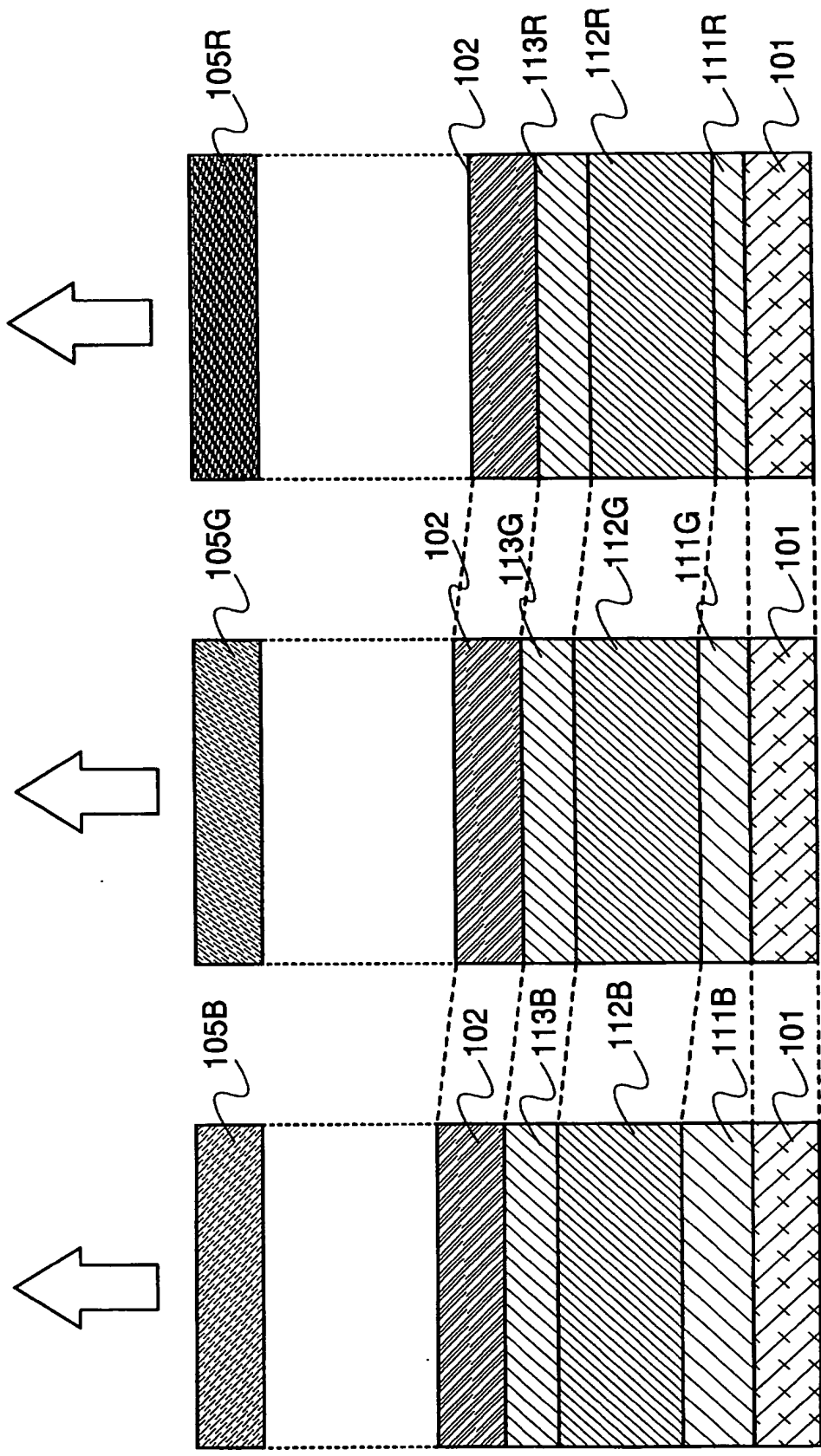
【図 10】 発光素子の膜厚と駆動電圧示した実験結果である

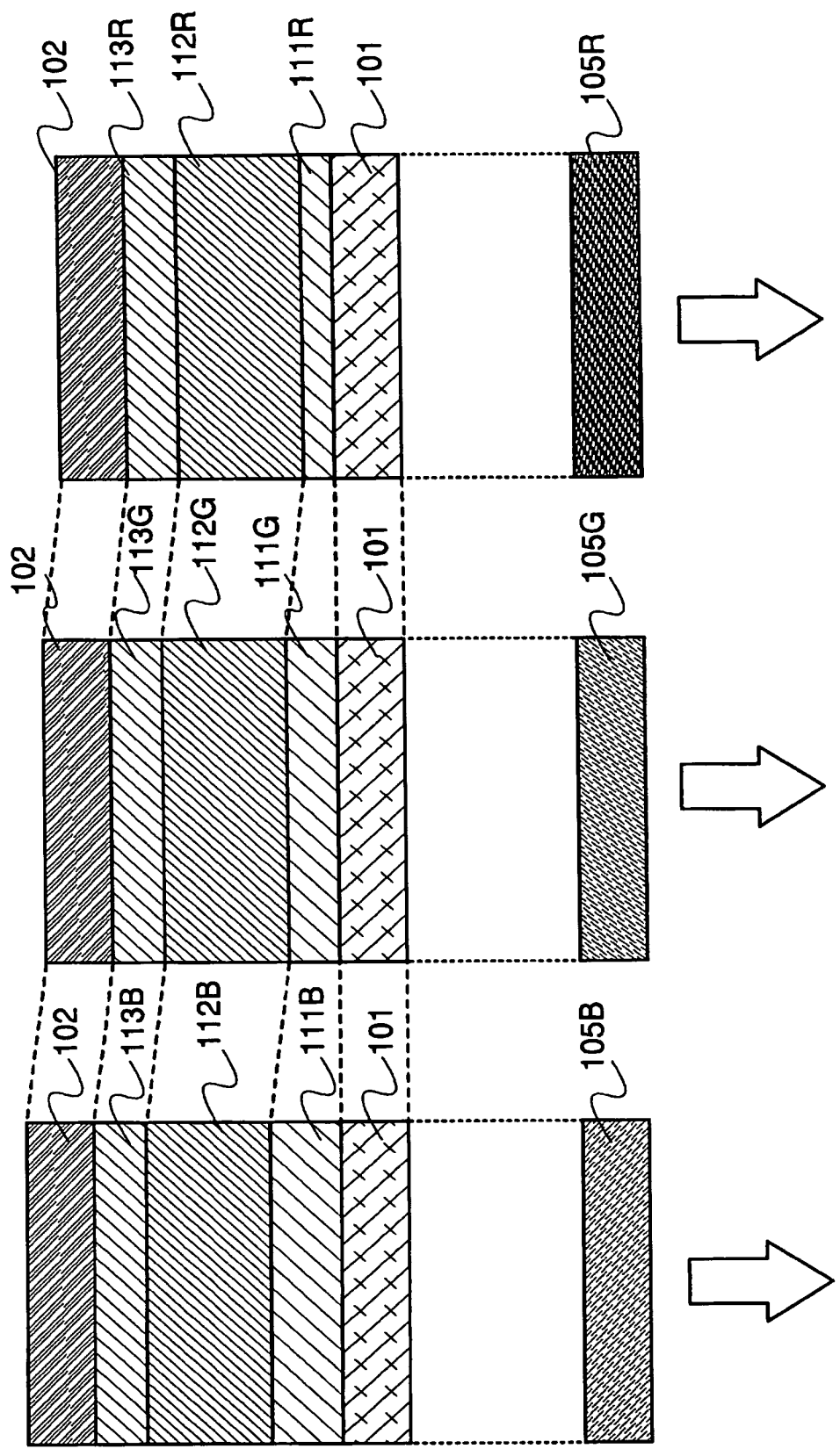
【図 11】 発光素子の膜厚と駆動電圧示した実験結果である

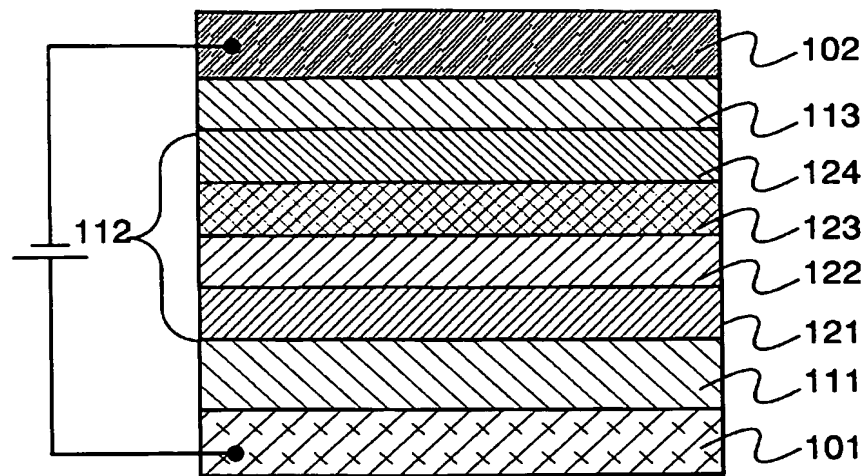
【図 12】 本発明の発光素子の膜厚と駆動電圧示した実験結果である

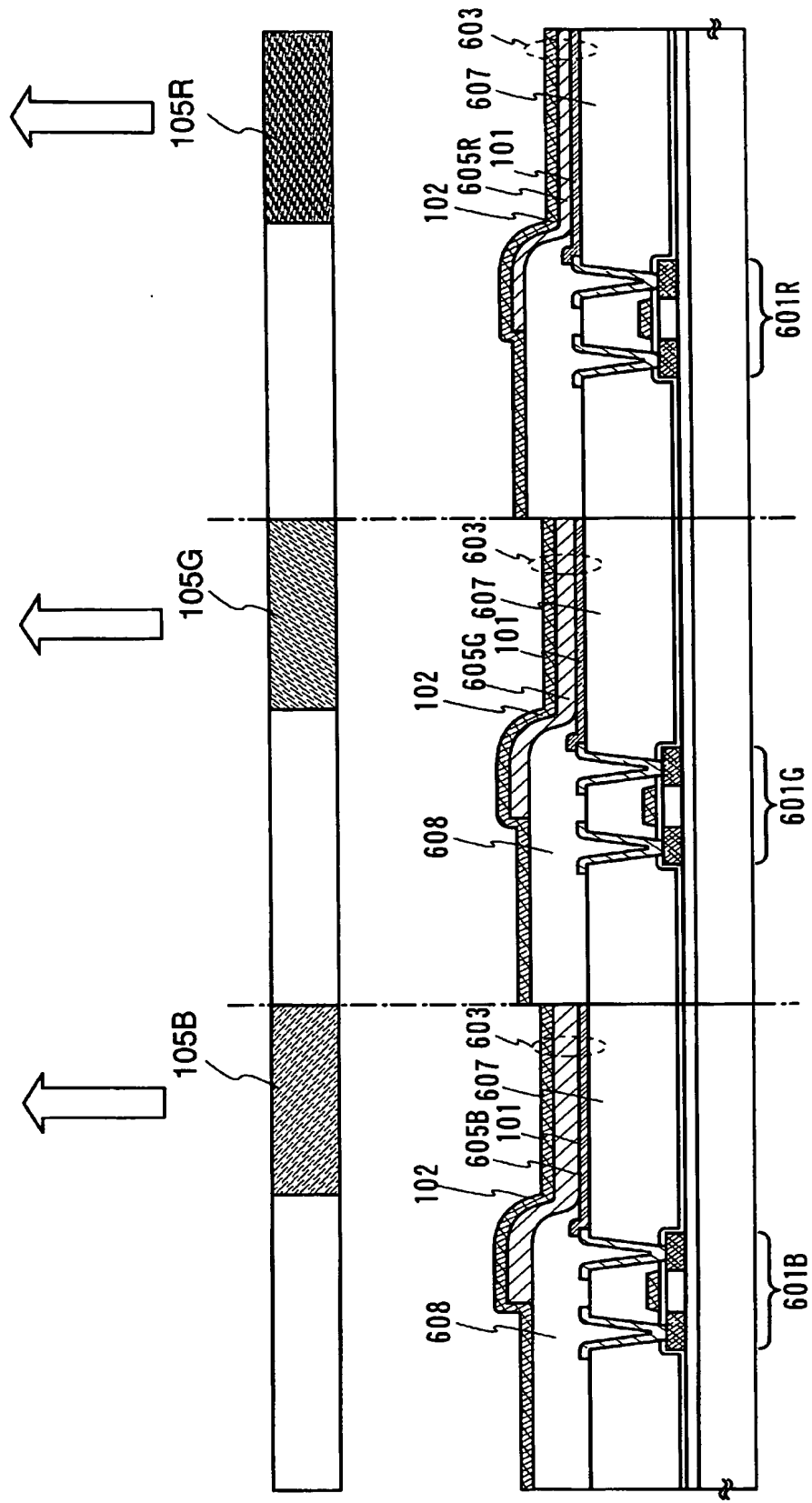
【図 13】 本発明の発光装置を用いた電子機器例である

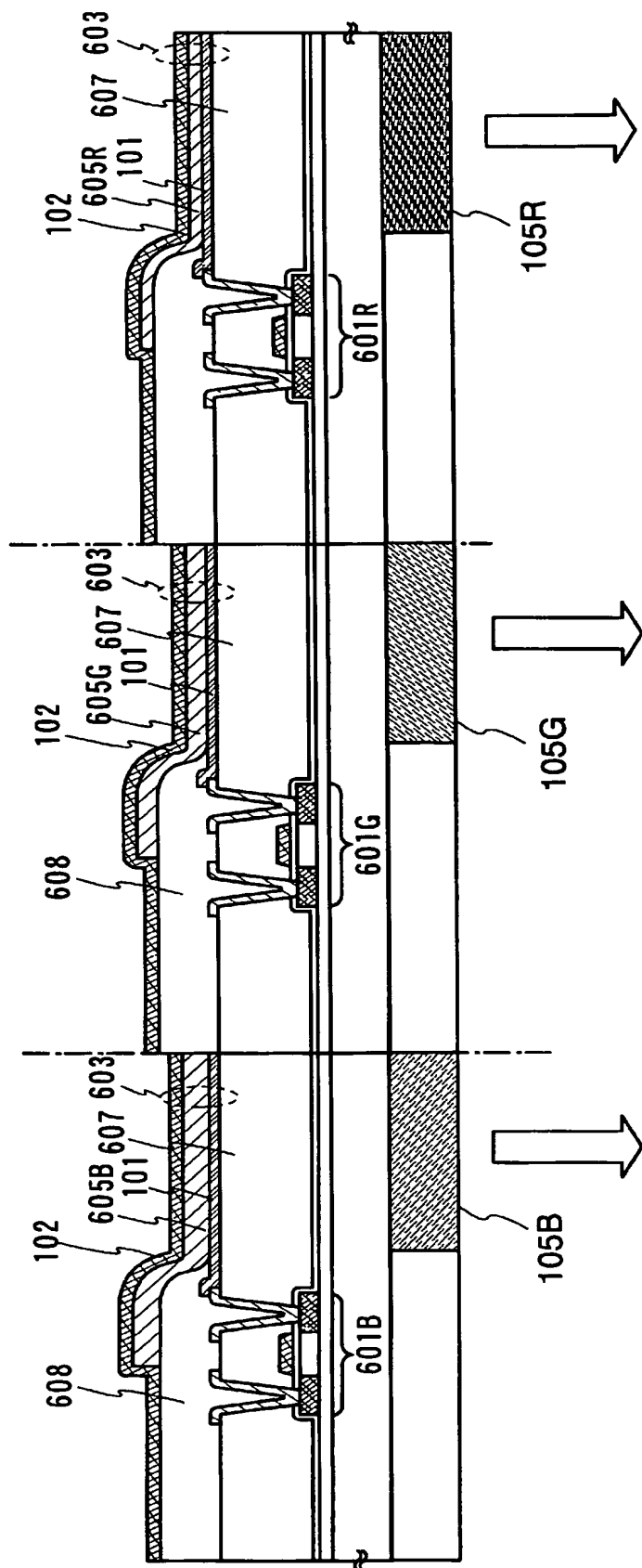
【図 14】 本発明の発光素子を示した図である

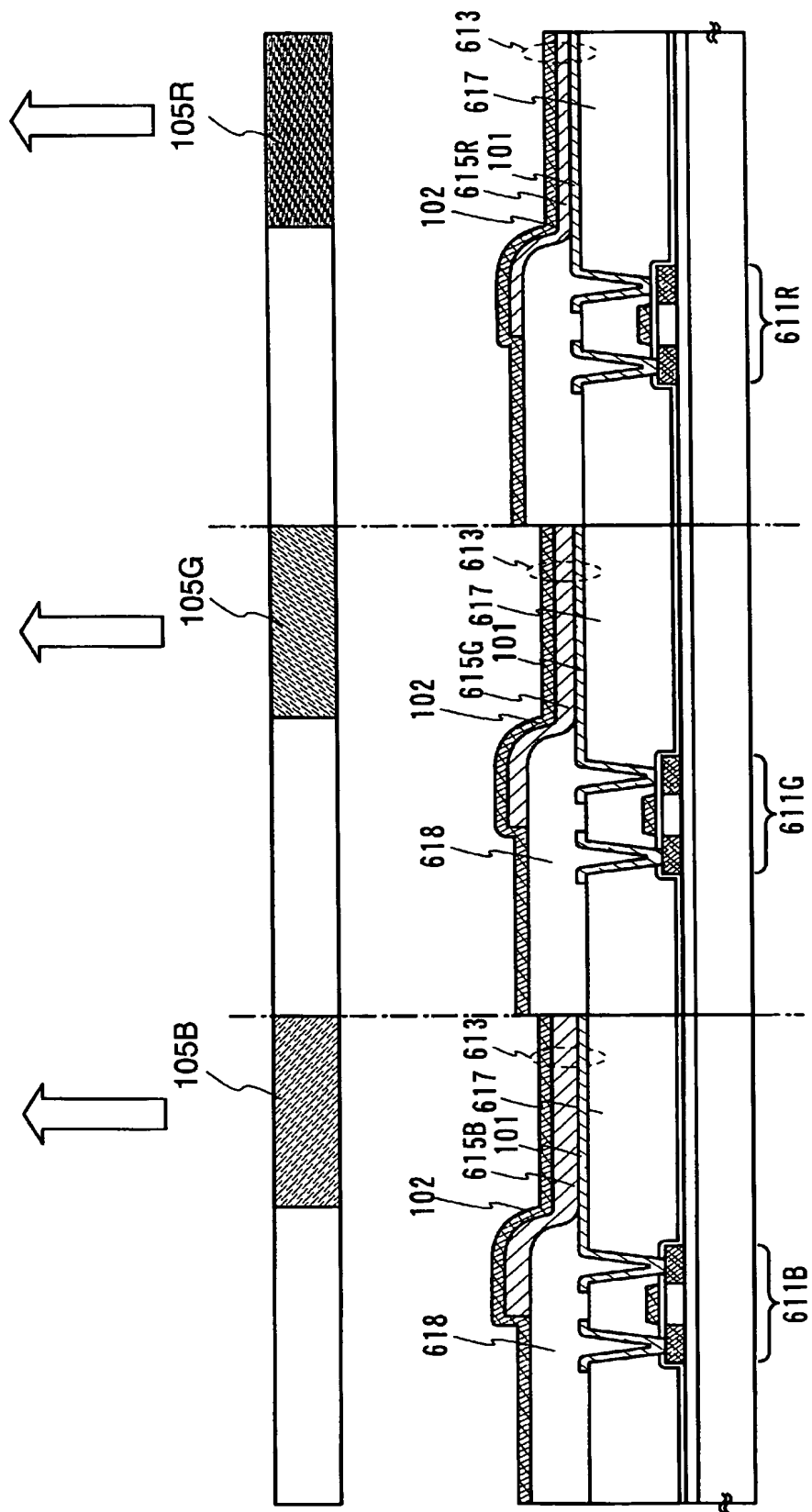


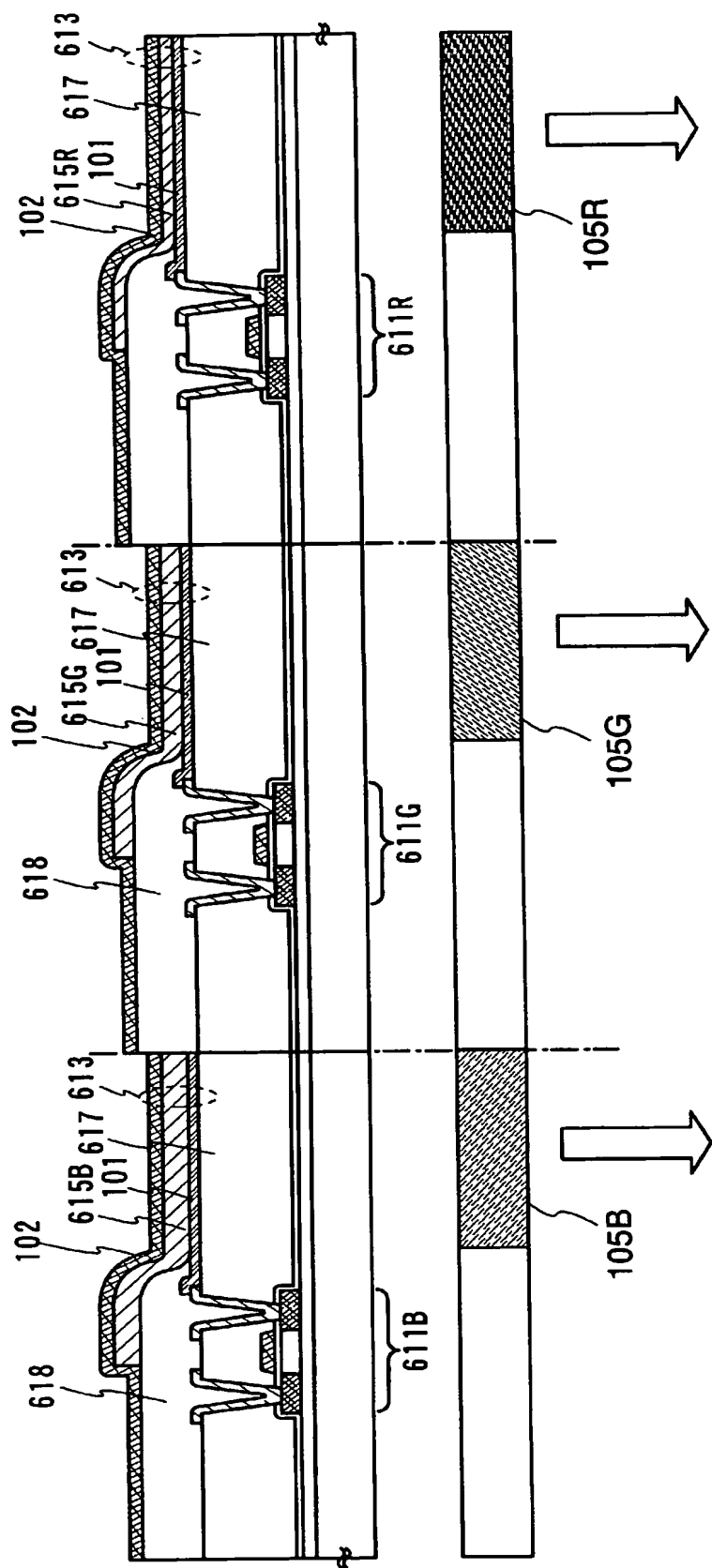


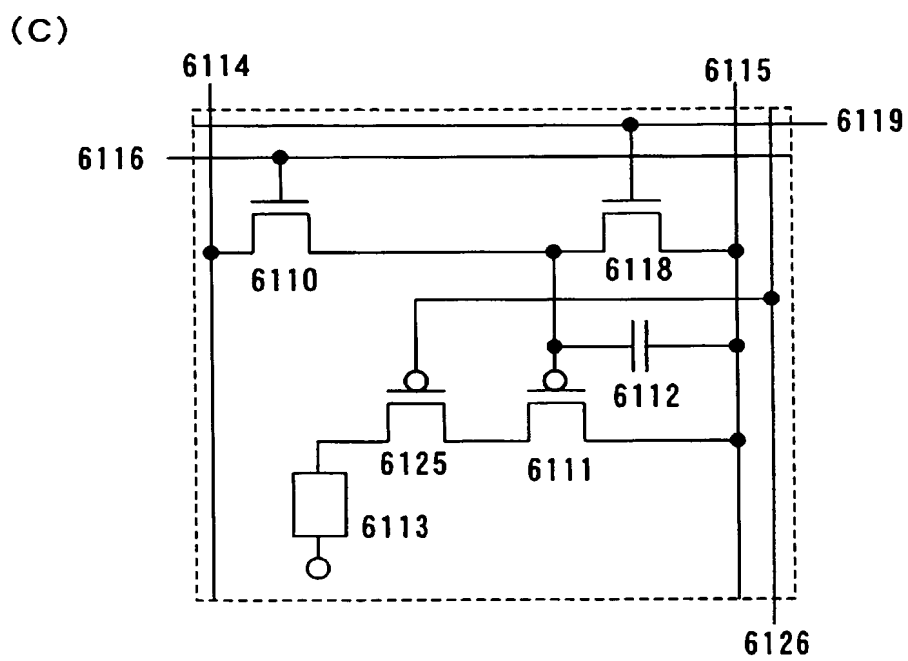
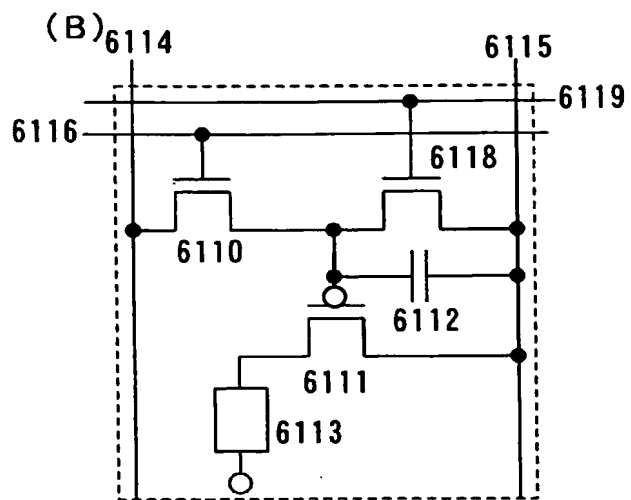
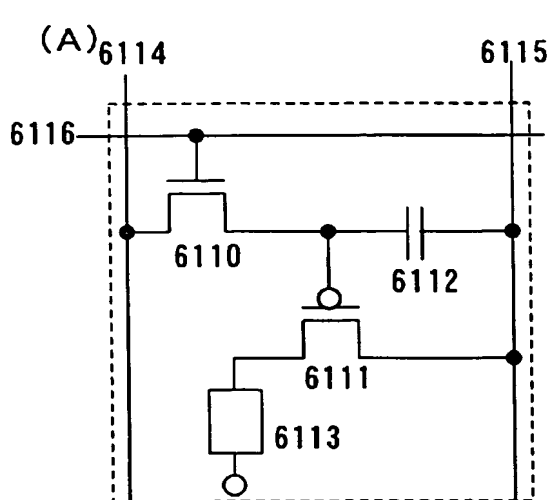


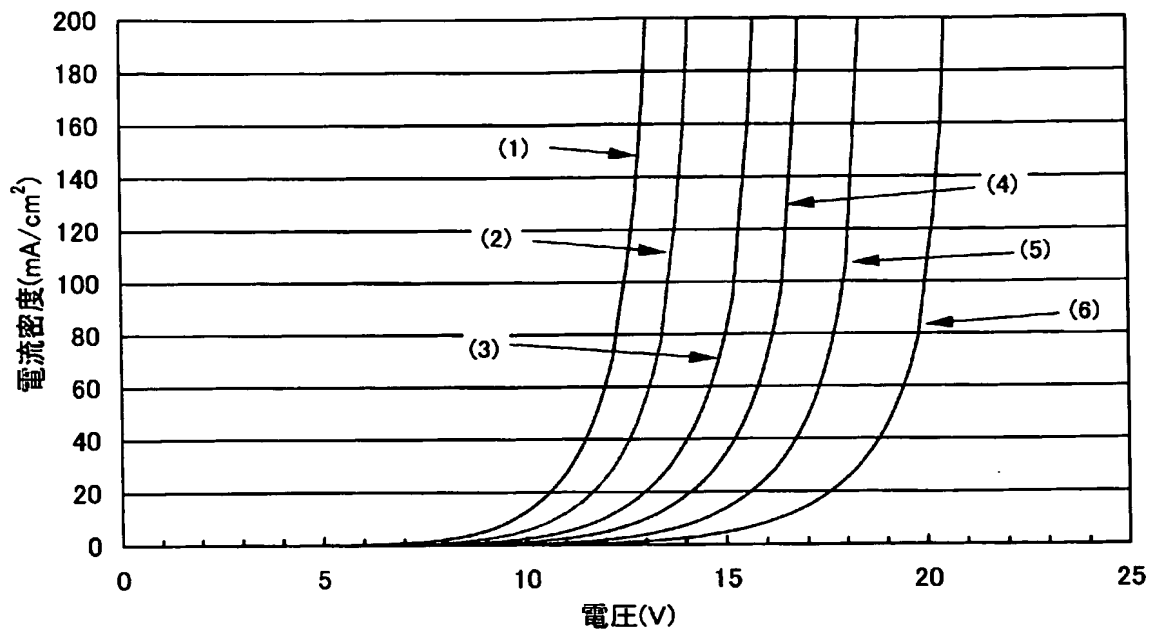




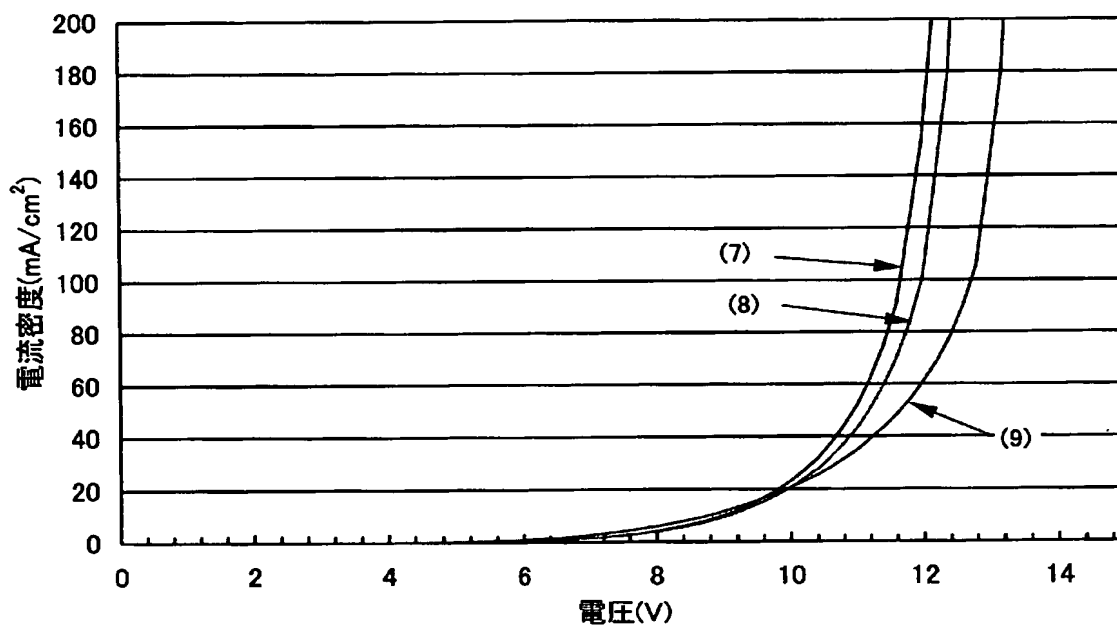


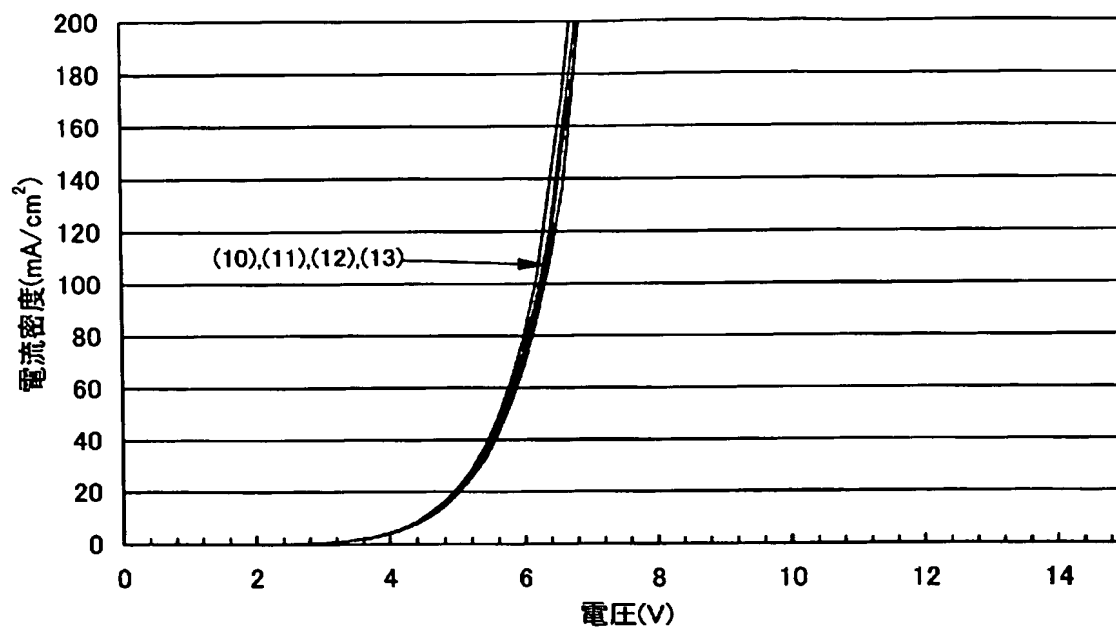




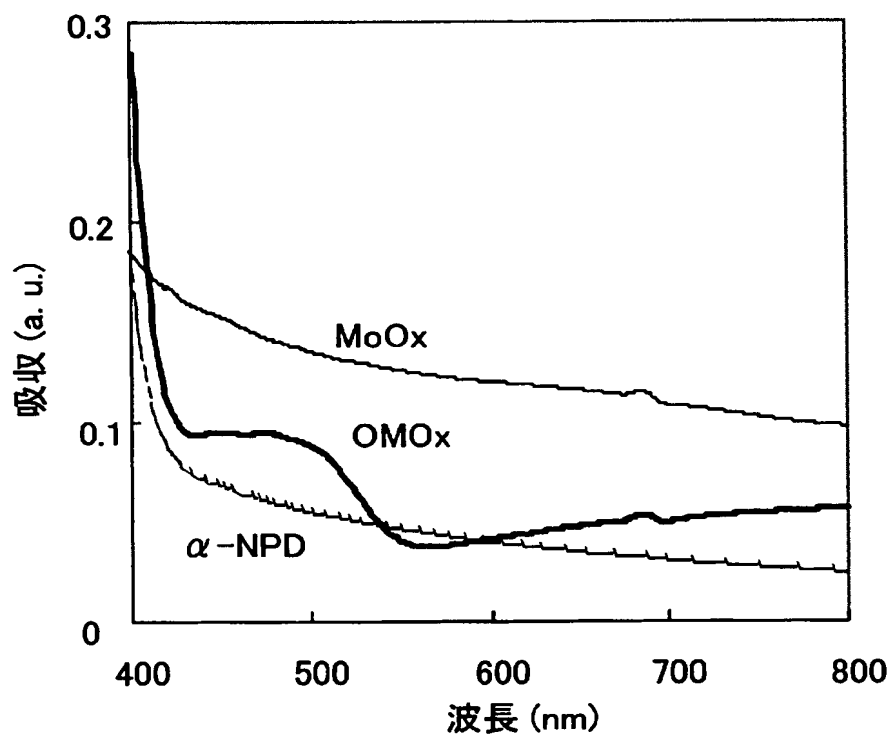


【圖 10】

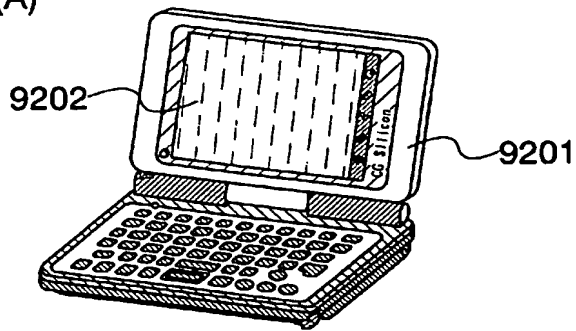




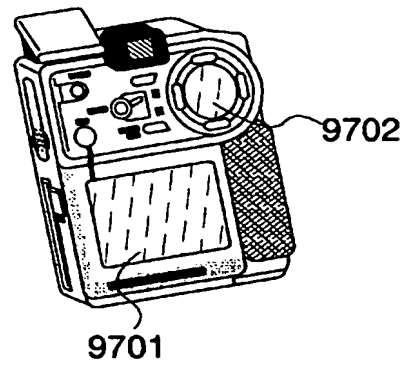
【図 1 2】



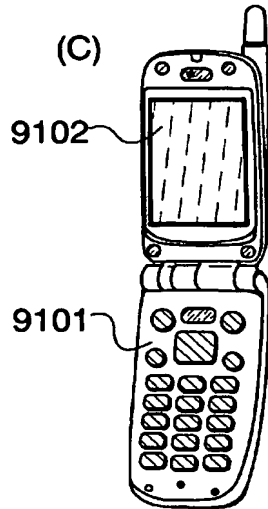
(A)



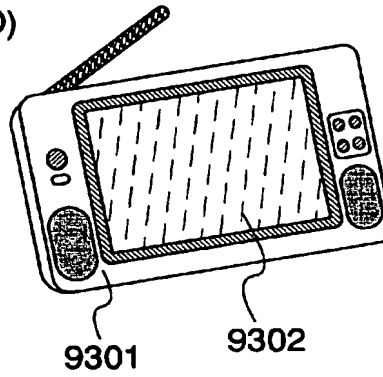
(B)



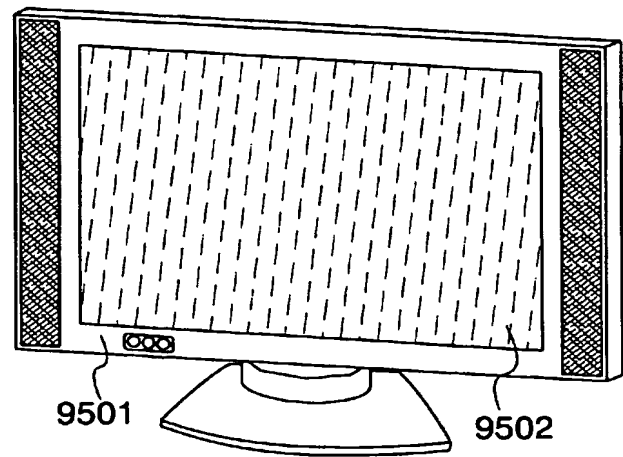
(C)



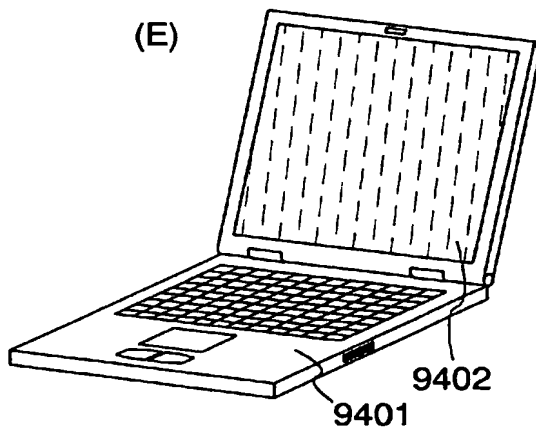
(D)

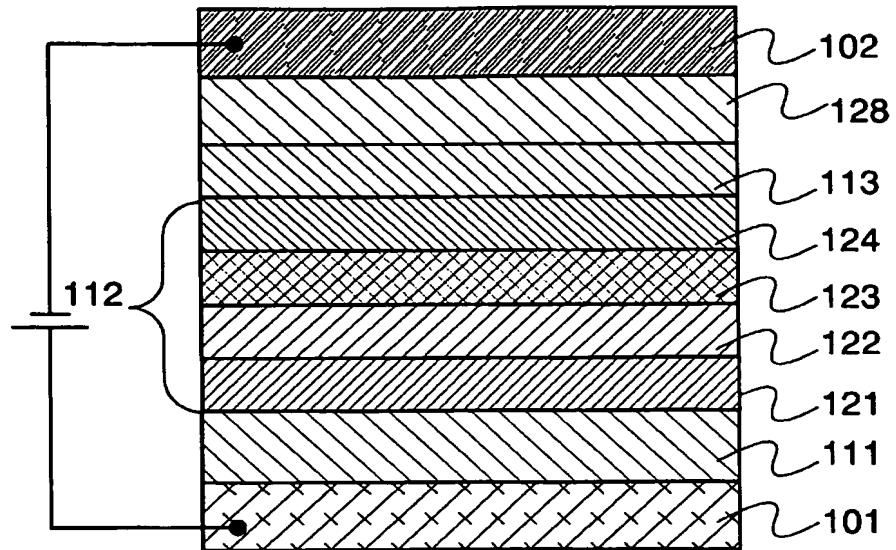


(F)



(E)





【要約】

【課題】 発光素子は、素子内での散乱や反射によって、その光の取り出し効率が低いことが問題であり、その向上が求められている。

そこで本発明は、新たな方法により、発光素子の光取り出し効率を高めることを課題とする。

【解決手段】 本発明は、発光素子を構成する層の膜厚を、各カラーフィルター等の色ごとに、異ならせることを特徴とする。カラーフィルター等には、カラーフィルターと色変換層とを重ねて用いる場合も含まれる。そして各層のいずれかに、有機化合物と金属酸化物とが混在した層を用いると、厚膜化しても駆動電圧が上昇しないため、好ましい。

【選択図】

図 1

0 0 0 1 5 3 8 7 8

19900817

新規登録

神奈川県厚木市長谷398番地
株式会社半導体エネルギー研究所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/018062

International filing date: 22 September 2005 (22.09.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-316089
Filing date: 29 October 2004 (29.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 October 2005 (28.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse